

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 4 年 5 月 7 日

出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 4 - 1 3 8 1 9 5

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

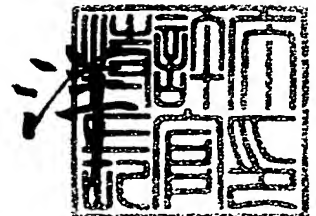
J P 2 0 0 4 - 1 3 8 1 9 5

出 願 人
Applicant(s): 松下電器産業株式会社

2 0 0 5 年 6 月 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



BEST AVAILABLE COPY

【官製印】	付託願
【整理番号】	2037860015
【提出日】	平成16年 5月 7日
【あて先】	特許庁長官殿
【国際特許分類】	H04J 11/00
【発明者】	
【住所又は居所】	大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式会社内
【氏名】	林 貴也
【特許出願人】	
【識別番号】	000005821
【氏名又は名称】	松下電器産業株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100097445
【弁理士】	
【氏名又は名称】	岩橋 文雄
【選任した代理人】	
【識別番号】	100103355
【弁理士】	
【氏名又は名称】	坂口 智康
【選任した代理人】	
【識別番号】	100109667
【弁理士】	
【氏名又は名称】	内藤 浩樹
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	011305
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1
【包括委任状番号】	9809938

【請求項 1】

伝送に使用するキャリアのうち所定のキャリアを用いてパイロット信号を伝送する OFDM (直交周波数分割多重) 信号を受信し復調する OFDM 受信装置において、

前記受信した OFDM 信号をフーリエ変換して得られる周波数領域の OFDM 信号より、前記パイロット信号の伝送に用いたキャリア (パイロットキャリア) に対する伝送路特性を算出する伝送路特性算出手段と、

前記パイロットキャリアに対する伝送路特性に重畳する、特定の周波数帯域の雑音の除去を行うことが可能な雑音除去手段と、

前記雑音除去手段に出力に対してシンボル方向の補間を行う時間軸補間手段と、

前記時間軸補間手段の出力のキャリア方向の帯域制限を行う、第 1 の通過帯域幅を有する第 1 のフィルタと、

前記時間軸補間手段の出力のキャリア方向の帯域制限を行う、第 2 の通過帯域幅を有する第 2 のフィルタと、

前記雑音除去手段において雑音の除去を行う前記周波数帯域において、前記第 1 のフィルタの出力と前記第 1 のフィルタの出力との間の差異を検出する差異検出手段と、

前記差異検出手段の出力にもとづいて、前記第 1 のフィルタまたは前記第 2 のフィルタの出力を選択し、キャリア全体の伝送路特性として出力する選択手段と、

前記キャリア全体の伝送路特性を用いて、前記前記周波数領域の OFDM 信号の波形等化を行う波形等化手段と、

を有することを特徴とする OFDM 受信装置。

【請求項 2】

伝送に使用するキャリアのうち所定のキャリアを用いてパイロット信号を伝送する OFDM (直交周波数分割多重) 信号を受信し復調する OFDM 受信装置において、

前記受信した OFDM 信号をフーリエ変換して得られる周波数領域の OFDM 信号より、前記パイロット信号の伝送に用いたキャリア (パイロットキャリア) に対する伝送路特性を算出する伝送路特性算出手段と、

前記パイロットキャリアに対する伝送路特性をに対してシンボル方向の補間を行って伝送路特性を算出する時間軸補間手段と、

前記時間軸補間手段の出力する伝送路特性に重畳する、特定の周波数帯域の雑音の除去を行うことが可能な雑音除去手段と、

前記雑音除去手段の出力のキャリア方向の帯域制限を行う、第 1 の通過帯域幅を有する第 1 のフィルタと、

前記雑音除去手段の出力のキャリア方向の帯域制限を行う、第 2 の通過帯域幅を有する第 2 のフィルタと、

前記雑音除去手段において雑音の除去を行う前記周波数帯域において、前記第 1 のフィルタの出力と前記第 1 のフィルタの出力との間の差異を検出する差異検出手段と、

前記差異検出手段の出力にもとづいて、前記第 1 のフィルタまたは前記第 2 のフィルタの出力を選択し、キャリア全体の伝送路特性として出力する選択手段と、

前記キャリア全体の伝送路特性を用いて、前記前記周波数領域の OFDM 信号の波形等化を行う波形等化手段と、

を有することを特徴とする OFDM 受信装置。

【請求項 3】

前記妨害除去手段は、入力される伝送路特性を逆フーリエ変換して、複素ベクトルのインパルス応答を出力する逆フーリエ変換手段と、

前記逆フーリエ変換手段の出力のうち、所定の大きさに満たない前記インパルス応答を検出して当該インパルス応答を 0 ベクトルに置換するコアリング手段と、

前記コアリング手段の出力をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、

前記フーリエ変換手段の出力のうち、帯域端の 1 または複数のパイロットキャリアに対しては前記パイロットキャリアに対する伝送路特性に置換し、その他の周波数帯域に関し

は前記フーリエ変換手段の出力を出力することを含む前記受信装置。

【請求項4】

伝送に使用するキャリアのうち所定のキャリアを用いてパイロット信号を伝送するOFDM（直交周波数分割多重）信号を受信し復調するOFDM受信方法において、

前記受信したOFDM信号をフーリエ変換して得られる周波数領域のOFDM信号より、前記パイロット信号の伝送に用いたキャリア（パイロットキャリア）に対する伝送路特性を算出する伝送路特性算出ステップと、

前記パイロットキャリアに対する伝送路特性に重畳する、特定の周波数帯域の雑音の除去を行うことが可能な雑音除去ステップと、

前記雑音除去ステップに出力に対してシンボル方向の補間を行う時間軸補間ステップと、

前記時間軸補間ステップの出力のキャリア方向の帯域制限を行う、第1の通過帯域幅を有する第1のフィルタと、

前記時間軸補間ステップの出力のキャリア方向の帯域制限を行う、第2の通過帯域幅を有する第2のフィルタと、

前記雑音除去ステップにおいて雑音の除去を行う前記周波数帯域において、前記第1のフィルタの出力と前記第1のフィルタの出力との間の差異を検出する差異検出ステップと、

前記差異検出ステップの出力にもとづいて、前記第1のフィルタまたは前記第2のフィルタの出力を選択し、キャリア全体の伝送路特性として出力する選択ステップと、

前記キャリア全体の伝送路特性を用いて、前記前記周波数領域のOFDM信号の波形等化を行う波形等化ステップと、

を有することを特徴とするOFDM受信方法。

【発明の名称】 OFDM受信装置および方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、直交周波数分割多重（以下、OFDM（Orthogonal Frequency Division Multiplexing））方式で伝送された信号を受信して復調するOFDM受信装置および方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

OFDMはわが国および欧州の地上デジタル放送の伝送方式として、あるいは無線LANにおける伝送方式として用いられている。

OFDM伝送方式は、互いに直交する複数のキャリアにデータを割り当てて変復調を行なうもので、送信側では逆高速フーリエ変換（以下、IFFT（Inverse Fast Fourier Transform））処理を行ない、受信側では高速フーリエ変換（以下、FFT（Fast Fourier Transform））処理を行う。各キャリアは任意の変調方式を用いることが可能であり、QPSK（Quaternary Phase Shift Keying）やQAM（Quadrature Amplitude Modulation）といった変調方式も選択可能である。

ところで、地上デジタル放送を受信する装置において、受信したOFDM信号より、OFDM信号中に挿入されているパイロット信号にもとづいて伝送路特性を推定し、推定した伝送路特性を用いて波形等化を行うことが一般的である。

【0003】

このような伝送路特性（伝送路応答）の推定および波形等化に関する技術は特許文献1に記載されている。

【0004】

特許文献1では、FFT回路により周波数領域の信号に変換されたOFDM信号より受信パイロット信号を分離し、これを既知のパイロット信号で除算することにより受信パイロット信号を伝送するキャリアの伝送路応答 $H(l, k_p)$ を求めている。さらに、この伝送路特性 $H(l, k_p)$ をシンボル間フィルタにより時間方向に平滑化して平滑化伝送路応答 $H'(l, k_p)$ を求めた後、補間回路においてFIRフィルタによりパイロット信号を伝送するキャリアの間の補間を行って伝送路応答 $H(l, k_d)$ を求め、この伝送路応答 $H(l, k_d)$ で受信データ信号 $Y(l, k_d)$ を除算することにより等化後のデータ $X(l, k_d)$ を得るものとしている。

【0005】

特許文献1記載の上記補間回路では、受信したOFDM信号よりガード期間長を判定し、このガード期間長の判定結果にもとづいて上記FIRフィルタの帯域幅を切り替えるようにしている。

【0006】

一般に、伝送路応答を推定する際のキャリア間の補間を行うために用いるFIRフィルタの帯域幅を広くすれば、より遅延時間の長い遅延波に対しても伝送路応答の推定が可能となる一方、推定した伝送路応答に重畳する雑音電力も大きくなる。

【0007】

このため、ガード期間長に合わせて補間用のフィルタの帯域幅を切り替えることで、不要な雑音の除去を行うようにしている。

【特許文献1】 特許第2911861号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

特許文献1に記載されているように、ガード期間長にもとづいて伝送路特性のキャリア間の補間に用いるフィルタ（以後、周波数フィルタと称す）の帯域幅を制御する場合、受

信したOFDM信号をFFTして時間軸かつ周波数軸への信号変換を行い、場合によっては、窓位置の切り出し方によっては、推定した伝送路特性に歪が生じる場合がある。

【0009】

図8(a)は周波数フィルタの特性をもっとも広い $T_g/4$ (T_g :ガード期間長)とした場合の、周波数フィルタのフィルタ特性とOFDM信号の時間軸上の特性を示す伝送路特性のインパルス応答を示す図である。図8(a)ではフィルタの通過帯域幅のほぼ中央部にインパルス応答が存在するため、この特性を持つ周波数フィルタとOFDM信号との位置関係であれば伝送路特性は精度よく推定できる。

【0010】

一方、図8(b)は周波数フィルタの特性を $T_g/8$ とした場合の、周波数フィルタのフィルタ特性とインパルス応答を示す図である。FFTの窓位置の切り出し方によっては、図8(b)に示すように、インパルス応答がフィルタの通過帯域の端部にくるような場合がある。有限のタップ数をもつ周波数フィルタの端部の特性には打ち切りの影響などによるリップルが存在する。その影響は通過帯域幅の狭いフィルタほどより大きなものとなる。したがって、図8(b)に示したように、円印で示したリップルの部分を通過するインパルス応答とフィルタ特性の位置関係の場合には、推定した伝送路特性に歪が生じてしまうことになる。

【0011】

FFTの窓位置はマルチパスが存在する場合、その条件によっては適応的に制御すれば受信性能の向上が図れるため、窓位置をさまざまなところに切り替えることもある。しかしながら、マルチパスのない伝送路において窓位置を動かす場合に、上述した理由で周波数フィルタの特性によっては推定した伝送路特性に歪が生じ、これが受信性能の劣化の要因となる場合がある。

【0012】

本発明は上記従来のOFDM受信装置における伝送路特性の推定に際して、伝送路の条件に左右されことなく、適応的にフィルタの特性を制御し、推定した伝送路特性に重畳する雑音を抑圧する効果を高めるものであり、この結果、受信性能の向上を図ることを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記の目的を達成するために本発明は、以下のような手段を備える。

【0014】

(1) 伝送に使用するキャリアのうち所定のキャリアを用いてパイロット信号を伝送するOFDM(直交周波数分割多重)信号を受信し復調するOFDM受信装置において、前記受信したOFDM信号をフーリエ変換して得られる周波数領域のOFDM信号より、前記パイロット信号の伝送に用いたキャリア(パイロットキャリア)に対する伝送路特性を算出する伝送路特性算出手段と、前記パイロットキャリアに対する伝送路特性に重畳する、特定の周波数帯域の雑音の除去を行うことが可能な雑音除去手段と、前記雑音除去手段に出力に対してシンボル方向の補間を行う時間軸補間手段と、前記時間軸補間手段の出力のキャリア方向の帯域制限を行う、第1の通過帯域幅を有する第1のフィルタと、前記時間軸補間手段の出力のキャリア方向の帯域制限を行う、第2の通過帯域幅を有する第2のフィルタと、前記雑音除去手段において雑音の除去を行う前記周波数帯域において、前記第1のフィルタの出力と前記第1のフィルタの出力との間の差異を検出する差異検出手段と、前記差異検出手段の出力にもとづいて、前記第1のフィルタまたは前記第2のフィルタの出力を選択し、キャリア全体の伝送路特性として出力する選択手段と、前記キャリア全体の伝送路特性を用いて、前記前記周波数領域のOFDM信号の波形等化を行う波形等化手段とを有するものとする。

【0015】

(2) 伝送に使用するキャリアのうち所定のキャリアを用いてパイロット信号を伝送するOFDM(直交周波数分割多重)信号を受信し復調するOFDM受信装置において、前

記受信したOFDM信号をフーリエ変換して得られる周波数領域のOFDM信号より、前記パイロット信号の伝送に用いたキャリア（パイロットキャリア）に対する伝送路特性を算出する伝送路特性算出手段と、前記パイロットキャリアに対する伝送路特性をに対してシンボル方向の補間を行って伝送路特性を算出する時間軸補間手段と、前記時間軸補間手段の出力する伝送路特性に重畳する、特定の周波数帯域の雑音の除去を行うことが可能な雑音除去手段と、前記雑音除去手段の出力のキャリア方向の帯域制限を行う、第1の通過帯域幅を有する第1のフィルタと、前記雑音除去手段の出力のキャリア方向の帯域制限を行う、第2の通過帯域幅を有する第2のフィルタと、前記雑音除去手段において雑音の除去を行う前記周波数帯域において、前記第1のフィルタの出力と前記第1のフィルタの出力との間の差異を検出する差異検出手段と、前記差異検出手段の出力にもとづいて、前記第1のフィルタまたは前記第2のフィルタの出力を選択し、キャリア全体の伝送路特性として出力する選択手段と、前記キャリア全体の伝送路特性を用いて、前記前記周波数領域のOFDM信号の波形等化を行う波形等化手段とを有するものとする。

【0016】

(3) 前記妨害除去手段は、上記(1)または(2)の構成において、入力される伝送路特性を逆フーリエ変換して、複素ベクトルのインパルス応答を出力する逆フーリエ変換手段と、前記逆フーリエ変換手段の出力のうち、所定の大きさに満たない前記インパルス応答を検出して当該インパルス応答を0ベクトルに置換するコアリング手段と、前記コアリング手段の出力をフーリエ変換するフーリエ変換手段と、前記フーリエ変換手段の出力のうち、帯域端の1または複数のパイロットキャリアに対しては前記パイロットキャリアに対する伝送路特性に置換し、その他の周波数帯域に関しては前記フーリエ変換手段の出力を出力するものとする。

【0017】

(4) 伝送に使用するキャリアのうち所定のキャリアを用いてパイロット信号を伝送するOFDM（直交周波数分割多重）信号を受信し復調するOFDM受信方法において、前記受信したOFDM信号をフーリエ変換して得られる周波数領域のOFDM信号より、前記パイロット信号の伝送に用いたキャリア（パイロットキャリア）に対する伝送路特性を算出する伝送路特性算出ステップと、前記パイロットキャリアに対する伝送路特性に重畳する、特定の周波数帯域の雑音の除去を行うことが可能な雑音除去ステップと、前記雑音除去ステップに出力に対してシンボル方向の補間を行う時間軸補間ステップと、前記時間軸補間ステップの出力のキャリア方向の帯域制限を行う、第1の通過帯域幅を有する第1のフィルタと、前記時間軸補間ステップの出力のキャリア方向の帯域制限を行う、第2の通過帯域幅を有する第2のフィルタと、前記雑音除去ステップにおいて雑音の除去を行う前記周波数帯域において、前記第1のフィルタの出力と前記第1のフィルタの出力との間の差異を検出する差異検出ステップと、前記差異検出ステップの出力にもとづいて、前記第1のフィルタまたは前記第2のフィルタの出力を選択し、キャリア全体の伝送路特性として出力する選択ステップと、前記キャリア全体の伝送路特性を用いて、前記前記周波数領域のOFDM信号の波形等化を行う波形等化ステップとを有するものとする。

【発明の効果】

【0018】

本発明のOFDM受信装置における伝送路特性の推定手法によれば、伝送路の条件に左右されることなく、適応的にフィルタの特性を制御し、推定した伝送路特性に重畳する雑音を抑圧するとともに、波形歪みによる悪影響を抑圧する効果を高めるものであり、この結果、受信性能の向上を図ることが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0019】

本発明における実施の形態にかかるOFDM受信装置について説明する。図1は、本実施の形態にかかるOFDM受信装置の構成例を示すブロック図である。

【0020】

図1において、1はアンテナ部、2はチューナ部、3は直交検波部、4はFFT部、5

はパイロット伝送路特性算出部、 \square は雑音除去部、 ∇ は時間軸補間部、 \diamond は周波数軸補間部、9は除算部である。以下、図1に示したOFDM受信装置の動作について説明する。

【0021】

アンテナ部1はRF（無線周波数）帯域のOFDM信号を受信してチューナ部2に出力する。

【0022】

チューナ部2は、アンテナ部1からのRF帯域のOFDM信号をIF（中間周波数）帯域のOFDM信号に周波数変換し、直交検波部3に出力する。

【0023】

直交検波部3はIF帯域のOFDM信号をベースバンドのOFDM信号に変換し、FFT部4に出力する。

【0024】

FFT部4はベースバンドのOFDM信号に対してフーリエ変換を行い、時間領域から周波数領域のOFDM信号 $Y(1, k_d)$ に変換し、パイロット伝送路特性算出部5および除算部9に出力する。このFFT部4の出力はOFDM信号の各キャリアの位相と振幅を示すものであり、具体的には i 軸方向のレベルと q 軸方向のレベルを独立に持つ複素信号の形で表される。

【0025】

パイロット伝送路特性算出部5は、周波数領域のOFDM信号よりパイロット信号を抽出し、抽出したパイロット信号を既知のパイロット信号で除算することにより、パイロット信号を伝送するキャリア（以後、パイロットキャリアと称す）に対する伝送路特性 $H(1, k_p)$ を算出し、雑音除去部6に出力する。

【0026】

雑音除去部6は、パイロットキャリアに対する伝送路特性 $H(1, k_p)$ に対して、IFFTによりインパルス応答を算出し、このインパルス応答にもとづいて伝送路特性 $H(1, k_p)$ に重畳する雑音成分を除去して $H_c(1, k_p)$ を算出して時間軸補間部7に出力する。

【0027】

時間軸補間部7は、雑音の除去されたパイロットキャリアに対する伝送路特性 $H_c(1, k_p)$ に対してシンボル間のフィルタリングを行うことによって時間軸方向の補間を行い、時間軸補間後の伝送路特性 $H_c'(1, k_p)$ を求めて周波数軸補間部8に出力する。

【0028】

周波数軸補間部8は、広帯域フィルタと狭帯域フィルタを有しており、両者の出力の差分にもとづいて適切なフィルタの出力を選択してキャリア全体に対する伝送路特性 $H(1, k_d)$ を算出して除算部9に出力する。

【0029】

除算部9は、周波数領域のOFDM信号 $Y(1, k_d)$ を、キャリア全体に対する伝送路特性 $H(1, k_d)$ で除算することにより、周波数領域のOFDM信号 $Y(1, k_d)$ の波形等化を行って復調信号 $X(1, k_d)$ を得て出力する。

【0030】

上記において、雑音除去部6は、IFFT部61、コアリング部62と、FFT部63と、端部置換部64とから構成されている。

【0031】

IFFT部61は、パイロットキャリアに対する伝送路特性 $H(1, k_p)$ を入力とし、これに対してIFFTを行って周波数領域の信号から時間領域の信号であるインパルス応答に変換し、インパルス応答をコアリング部62に出力する。なお、このインパルス応答は I 軸および Q 軸の各成分をもつ複素信号の形式で得られる。

【0032】

コアリング部62は、雑音除去部6の入力、すなわちパイロット伝送路特性算出部5よ

得られるインパルス応答より得られるインパルス応答の電力と所定の閾値との比較を行い、閾値より小さな電力を示すインパルス応答を“0ベクトル”と置換し、閾値より小さくない電力を示すインパルス応答に対してはそのままの値とする、コアリングと呼ばれる処理を行って結果をFFT部63に出力する。

【0033】

FFT部63は、コアリングされたインパルス応答をFFTして伝送路特性を再び周波数領域の信号に変換し、端部置換部64に出力する。

【0034】

端部置換部64は、雑音除去部6の入力であるパイロットキャリアに対する伝送路特性 $H(1, k_p)$ およびFFT部63より得られる伝送路特性を入力とし、FFT部63より得られる伝送路特性に対して、帯域の低域部および高域部に関しては、雑音除去部6の入力であるパイロットキャリアに対する伝送路特性 $H(1, k_p)$ に置換し、雑音除去部6の出力として $H_c(1, k_p)$ を出力する。このとき上記置換が施されていない帯域の中央部の伝送路特性 $H_c(1, k_p)$ に関しては、雑音が除去されていることになる。

【0035】

この結果、雑音除去部6では伝送路特性 $H(1, k_p)$ に重畳する雑音成分を除去して雑音成分が除去された $H_c(1, k_p)$ を算出し出力する。

【0036】

また、周波数軸補間部8は、広帯域フィルタ部81、狭帯域フィルタ部82、差異検出部83、選択部84とから構成されている。

【0037】

周波数軸補間部8に入力された時間軸補間後の伝送路特性 $H_c'(1, k_p)$ は、広帯域フィルタ部81および狭帯域フィルタ部82に供給される。

【0038】

広帯域フィルタ部81は、時間軸補間後の伝送路特性 $H_c'(1, k_p)$ に対してキャリア方向（周波数軸方向）に帯域制限を行い、パイロットキャリア間のキャリアに対する伝送路特性を補間した伝送路特性 $H_W(1, k_d)$ を算出し、結果を差異検出部83および選択部84に出力する。

【0039】

狭帯域フィルタ部82は、時間軸補間後の伝送路特性 $H_c'(1, k_p)$ に対してキャリア方向（周波数軸方向）に帯域制限を行い、パイロットキャリア間のキャリアに対する伝送路特性を補間した伝送路特性 $H_N(1, k_d)$ を算出し、結果を差異検出部83および選択部84に出力する。

【0040】

差異検出部83は、雑音除去部6において雑音成分が除去された中央部の帯域において、広帯域フィルタ部81より得られる伝送路特性 $H_W(1, k_d)$ と狭帯域フィルタ部82より得られる伝送路特性 $H_N(1, k_d)$ とを比較して両者の差異の有無を検出し、結果を選択部84に通知する。

【0041】

選択部84は、広帯域フィルタ部81からの伝送路特性 $H_W(1, k_d)$ と、狭帯域フィルタ部82からの伝送路特性 $H_N(1, k_d)$ と、差異検出部83からの差異検出結果とを入力とし、差異検出結果にもとづいて $H_W(1, k_d)$ または $H_N(1, k_d)$ のいずれか一方を選択して出力し、この出力は選択結果を周波数軸補間部8の出力となる。

【0042】

上記のように構成された本発明のOFDM受信装置に関して、その動作をさらに詳細に説明する。

【0043】

図2にFFT部4で得られる、周波数領域のOFDM信号のキャリア配置に関する伝送フォーマットを示す（本フォーマットはわが国における地上デジタルテレビジョン放送の

規格の一部を明記している。

【0044】

図2において、周波数軸 k （キャリア方向）—時間軸 l （シンボル方向）平面上の白丸の D は映像や音声などの情報を伝送するデータ信号の位置、黒丸の P はパイロット信号の位置をそれぞれ示している。

【0045】

このパイロット信号は、例えばわが国の地上デジタルテレビジョン放送規格においては、 SP とも呼ばれており、キャリア方向で3キャリアに1キャリアの割合で、シンボル方向で4シンボルに1シンボルの割合で等間隔に挿入されている。パイロット信号の振幅・位相および挿入されている位置は受信側で既知のものとなっている。

【0046】

パイロット伝送路特性算出部5は、周波数領域のOFDM信号よりパイロット信号を抽出し、抽出したパイロット信号を既知のパイロット信号で除算することにより、パイロットキャリアに対する伝送路特性 $H(l, k_p)$ を算出し、雑音除去部6に出力する。パイロットキャリアに対する伝送路特性 $H(l, k_p)$ は図2の黒丸 P の位置で得られるものである。

【0047】

図3は、受信したOFDM信号に雑音を重ねている場合に、このパイロットキャリアに対する伝送路特性 $H(l, k_p)$ （の大きさ $|H(l, k_p)|$ ）の様子を示す模式図である。帯域全体にわたって波形の歪が生じている。

【0048】

IFFT部61はこの $H(l, k_p)$ を受け取り、毎シンボルごとにIFFTを行って時間領域の信号、すなわちインパルス応答に変換し、コアリング部62に出力する。このインパルス応答は複素信号のベクトルで与えられる。

【0049】

図4はIFFT部61で得られるインパルス応答の様子を示す図である。横軸は時間を、縦軸のレベルはインパルス応答の大きさをそれぞれ示している。図4からわかるように、OFDM信号は局所的にピークを持つが、雑音成分は領域全体にわたって分布する。

【0050】

コアリング部62はこのインパルス応答に対して、雑音成分の除去を行う。図5(a)に示すように、所定のレベルに閾値を設定し、この閾値より小さい電力（ベクトルの大きさの2乗）を示すインパルス応答を雑音成分と判断し、該当するインパルス応答の値を“0”ベクトルと置換し、そうでないインパルス応答はそのままにFFT部63に出力する。図5(b)は、FFT部63に出力される上記0ベクトルへの置換後のインパルス応答の様子を示す。

【0051】

FFT部63は、入力されたインパルス応答をFFTし、再び周波数領域の信号である伝送路特性に変換し、端部置換部64に出力する。図6にこのFFT部63より得られる伝送路特性の様子を示す。なお、図6に示すように、伝送路特性の打ち切りの影響により帯域の両端部の特性が劣化する場合がある。

【0052】

端部置換部64は、上記両端部の特性劣化を避けることを目的として、上記の雑音除去処理をバイパスするために設けるものであり、特性劣化の大きな帯域端部周辺の伝送路特性に関しては、雑音除去処理前のパイロットキャリアに対する伝送路特性 $H(l, k_p)$ そのものを用いるように、FFT部63の出力を置換するものである。

【0053】

この結果、雑音除去部6で得られるパイロットキャリアに対する伝送路特性 $H_C(l, k_p)$ は図7のようになり、帯域の中央部に関しては、雑音の影響が除去されているが、帯域の両端部に関しては、雑音が残留している。

【0054】

なお、上記雑音除去部6において、1つのキャリアの信号を復調するために、IFFT部6.1に入力するパイロットキャリアに対する伝送路特性 $H(1, k_p)$ に適切な窓関数を乗じてIFFTを行い、またFFT部6.3より得られる伝送路特性をこの窓関数で除算する場合もある。

【0055】

上記のような雑音除去手法によれば、同じシンボル内の伝送路特性において、雑音が除去できる帯域と、除去されない帯域とが存在することになる。

【0056】

上記雑音除去部6で得られた伝送路特性 $H_c(1, k_p)$ は時間軸補間部7に送られる。

【0057】

時間軸補間部7は、パイロットキャリアに対する伝送路特性 $H_c(1, k_p)$ に対してシンボル間のフィルタリングを行うことによって時間軸方向の補間を行い、時間軸補間後の伝送路特性 $H_c'(1, k_p)$ を求めて周波数軸補間部8に出力する。

【0058】

周波数軸補間部8に入力された時間軸補間後の伝送路特性 $H_c'(1, k_p)$ は、広帯域フィルタ部8.1と、狭帯域フィルタ部8.2とに入力される。

【0059】

広帯域フィルタ部8.1および狭帯域フィルタ部8.2は、それぞれの通過帯域幅が異なっており、たとえば広帯域フィルタ部8.1の通過帯域幅は $T_g/4$ (T_g はガード期間長)、狭帯域フィルタ部8.2の通過帯域幅は $T_g/8$ であり、それぞれ周波数軸方向(キャリア方向)の帯域制限を行い、3キャリアおきに存在するパイロットキャリアの間の補間を行って伝送路特性を算出する。

【0060】

この場合、広帯域フィルタ部8.1より得られる補間した伝送路特性 $H_W(1, k_d)$ と、狭帯域フィルタ部8.2より得られる補間した伝送路特性 $H_N(1, k_d)$ とを比較すると、帯域幅の広い広帯域フィルタ部8.1より得られる伝送路特性 $H_W(1, k_d)$ の方が、遅延時間のより長い遅延波の推定が可能となる一方、推定した伝送路特性に重畳している雑音の量はより多くなる。

【0061】

ここで、上記雑音除去部6の出力を時間軸補間して得られる伝送路特性 $H_c'(1, k_p)$ は、帯域の中央部に関しては雑音が除去されているため、広帯域フィルタ部8.1および狭帯域フィルタ部8.2よりそれぞれ得られる伝送路特性 $H_W(1, k_d)$ と $H_N(1, k_d)$ のうち、帯域の中央部に関しては、雑音の影響による両者の差異は生まれない。

【0062】

これらの伝送路特性 $H_W(1, k_d)$ と $H_N(1, k_d)$ とに関して、帯域の中央部において差異が生まれるのは、フィルタを通過するOFDM信号とフィルタ特性との関係によるものである。すなわち、OFDM信号とフィルタ特性の関係が、広帯域フィルタ部8.1においては図8(a)で示したようなOFDM信号が帯域の中央に存在するような関係となり、狭帯域フィルタ部8.2においては図8(b)で示したようなOFDM信号が帯域の端部あるいは帯域外に存在するような関係となる場合である。これはFFT部4でのFFT窓位置によっては図8のような関係が起こりうる。この場合、広帯域フィルタ部8.1を通過した伝送特性は正しく推定されるが、狭帯域フィルタ部8.2を通過した伝送特性はリップルの影響により波形に歪が生じることになり、伝送路特性の推定精度が劣化する原因となる。

【0063】

このとき、上記差異検出部8.3は帯域中央部において伝送路特性 $H_W(1, k_d)$ と $H_N(1, k_d)$ との間に差異があること(あるいは差異が一定の範囲を越えていること)を検出し、検出結果を選択部8.4に出力する。

【0064】

選択部84は、広帯域特性 $HW(1, kd)$ と $HN(1, kd)$ との間に差異がないことをうけて波形歪みのある狭帯域フィルタ部82の出力ではなく、広帯域フィルタ部81の出力する伝送路特性 $HW(1, kd)$ を選択し、キャリア全体に対する伝送路特性 $H(1, kd)$ として出力する。

【0065】

一方、伝送路特性 $HW(1, kd)$ と $HN(1, kd)$ とに関して、帯域の中央部において差異がない場合、OFDM信号とフィルタ特性の関係は、広帯域フィルタ部81においては図9(a)で示したようなOFDM信号が帯域の中央に存在するような関係となり、狭帯域フィルタ部82においても図9(b)で示したようなOFDM信号が帯域の中央に存在するような関係となる場合である。これはFFT部4でのFFT窓位置によっては図9のような関係が起こりうる。この場合、広帯域フィルタ部81を通過した伝送特性も狭帯域フィルタ部82を通過した伝送路特性もリップルの影響で波形に歪が生じることはないが、広帯域フィルタ部81を通過した伝送路特性には重畳する雑音の量が狭帯域フィルタ部82を通過した伝送路特性に比べて多くなる。この雑音の影響は、上記妨害除去部6による妨害の除去がなされていない帯域、すなわち帯域端部の伝送路特性に現れ、伝送路特性の推定精度が劣化する原因となる。

【0066】

このとき、上記差異検出部83は帯域中央部において伝送路特性 $HW(1, kd)$ と $HN(1, kd)$ との間に差異がないこと（あるいは差異が一定の範囲内であること）を検出し、検出結果を選択部84に出力する。

【0067】

選択部84は、伝送路特性 $HW(1, kd)$ と $HN(1, kd)$ との間に差異がないことをうけて帯域端部にて雑音の影響をより強く受けている広帯域フィルタ部82の出力ではなく、狭帯域フィルタ部82の出力する伝送路特性 $HN(1, kd)$ を選択し、キャリア全体に対する伝送路特性 $H(1, kd)$ として出力する。この結果、 $H(1, kd)$ の両端部に重畳していた雑音の影響は狭帯域フィルタ部82により抑圧されることが可能となる。

【0068】

上記の結果得られるキャリア全体に対する伝送路特性 $H(1, kd)$ は、FFTの窓位置によって周波数軸補間に用いるフィルタとOFDM信号の位置関係が変わりうる場合に、伝送路特性の推定に用いる周波数軸補間のための複数のフィルタの出力より、雑音あるいは歪みの影響の少ない出力を適応的に選択して得られるものであるため、伝送路の推定精度が高く、この伝送路特性を用いて波形等化を行えば復調性能の向上を図ることができる。また、上記処理は毎シンボルごとに行うことができるため、伝送路特性の変動する環境下における追従性についても非常に優れている。

【0069】

なお、上記差異検出部83における差異の検出には、帯域中央部における伝送路特性 $HW(1, kd)$ と $HN(1, kd)$ との差分の大きさを各キャリアごとに算出し、その最大値が所定値を越える否かによって判断してもよいし、あるいは、帯域中央部における伝送路特性 $HW(1, kd)$ と $HN(1, kd)$ との差分の大きさを帯域中央部全体にわたって累積し、累積結果が所定値を越える否かによって判断してもよい。

【0070】

また、上記の構成では、パイロット伝送路特性算出手段の出力から伝送路特性に重畳する雑音の除去を行い、その後時間軸補間を行うものとしているが、この雑音除去の処理を時間軸補間の後で行うようにしてもよい。この場合でも、上記雑音除去部6に示したようなインパルス応答およびコアリングの処理にもとづいて雑音除去を行えば、帯域の中央部に関しては雑音が除去できる。

【産業上の利用可能性】

【0071】

本発明のOFDM受信装置は、伝送路の条件に左右されることなく、適応的にフィルタ

の付はを制御し、推定した伝送路付はに等しい雑音を抑圧することにより、収形正みによる悪影響を抑圧する効果を有し、OFDM方式のデジタル放送受信装置として有用である。

【図面の簡単な説明】

【0072】

【図1】第1の実施の形態におけるOFDM受信装置の構成例を示す図

【図2】OFDM信号の伝送フォーマットを示す図

【図3】パイロットキャリアに対する伝送路特性を示す図

【図4】インパルス応答を示す図

【図5】コアリングの処理を説明するための図

【図6】FFT後の伝送路特性を示す図

【図7】雑音除去後の伝送路特性を示す図

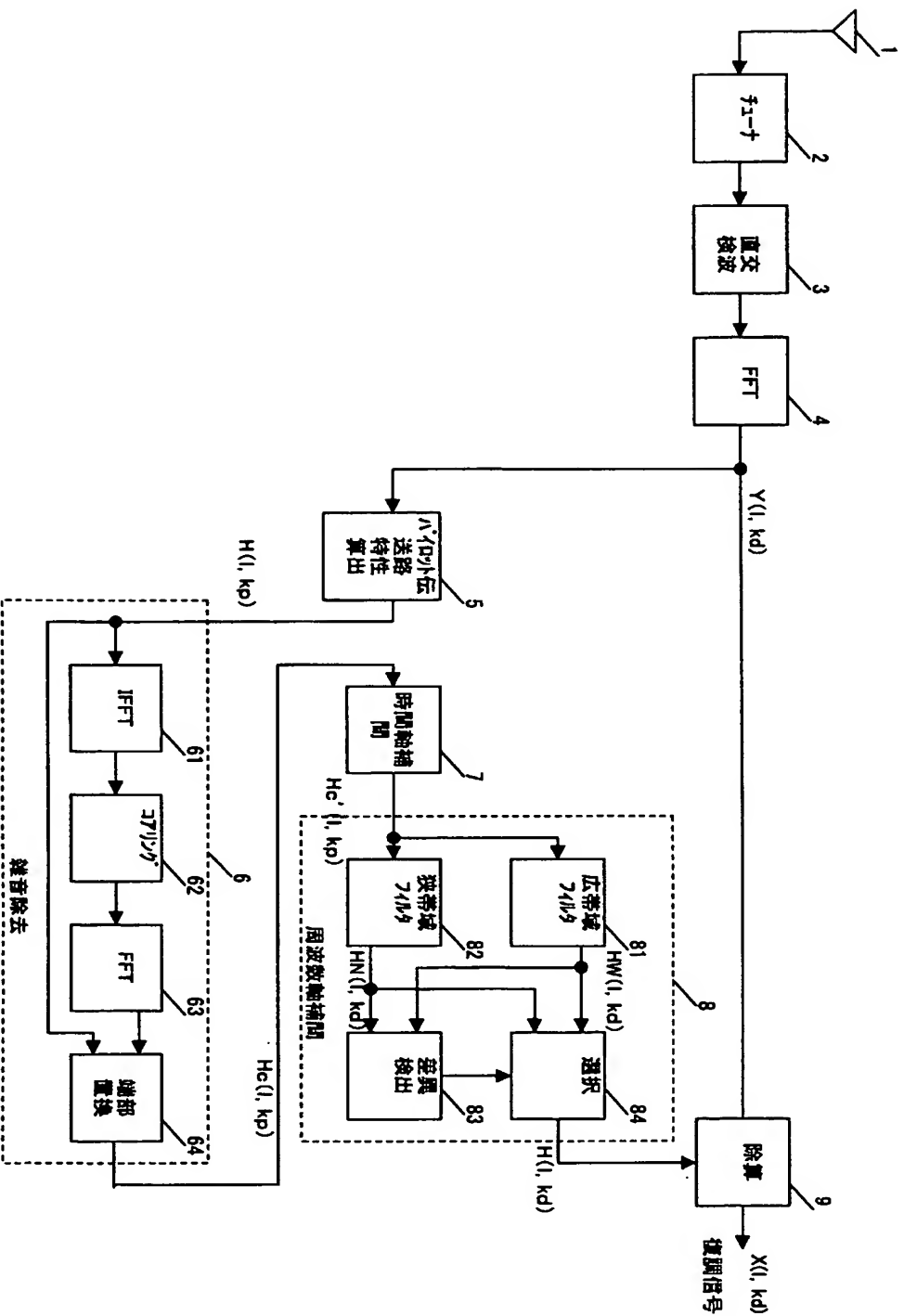
【図8】フィルタ特性とインパルス応答を示す図

【図9】フィルタ特性とインパルス応答を示す図

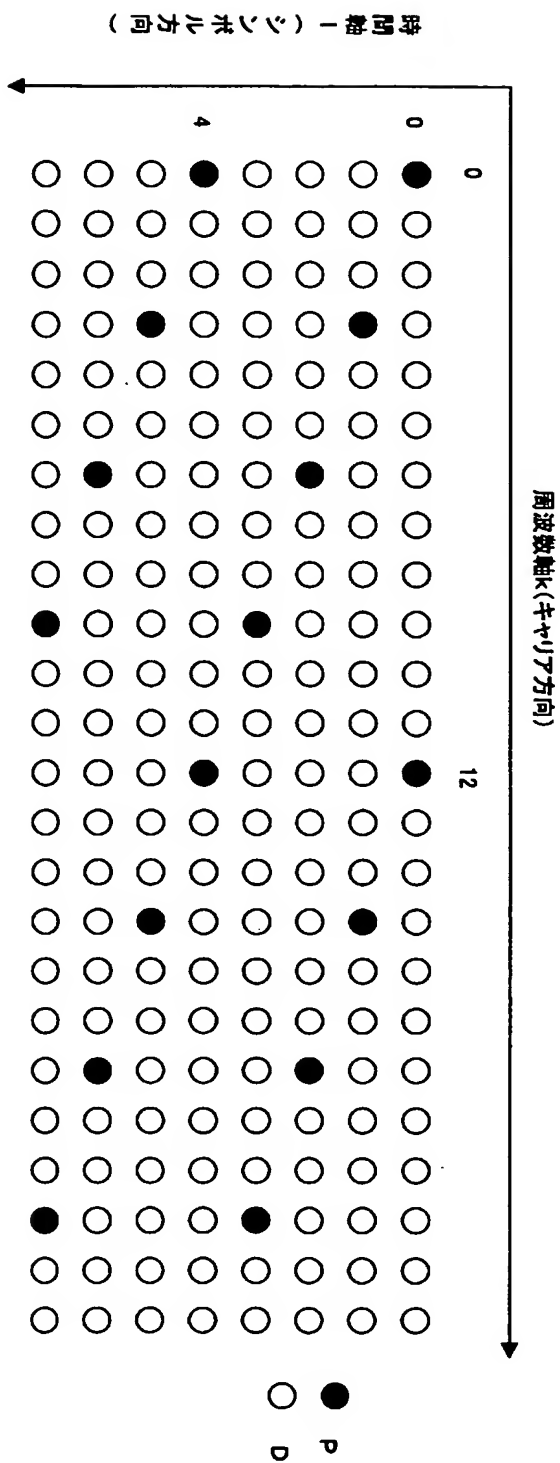
【符号の説明】

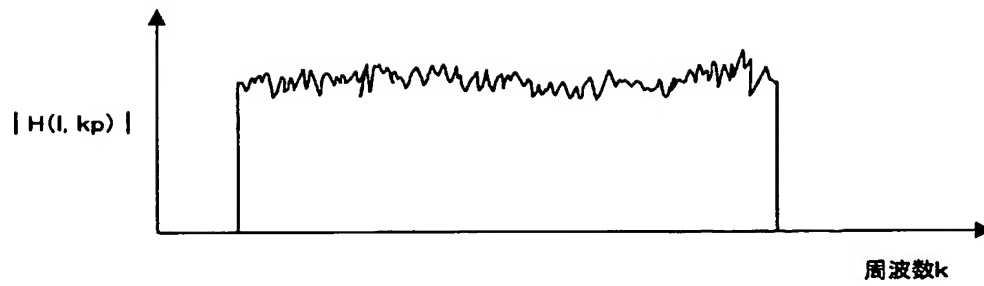
【0073】

1. アンテナ部
2. チューナ部
3. 直交検波部
4. FFT部
5. パイロット伝送路特性算出部
6. 雑音除去部
7. 時間軸補間部
8. 周波数軸補間部

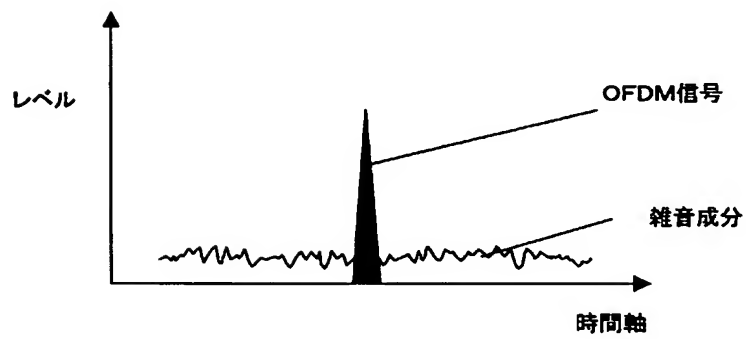


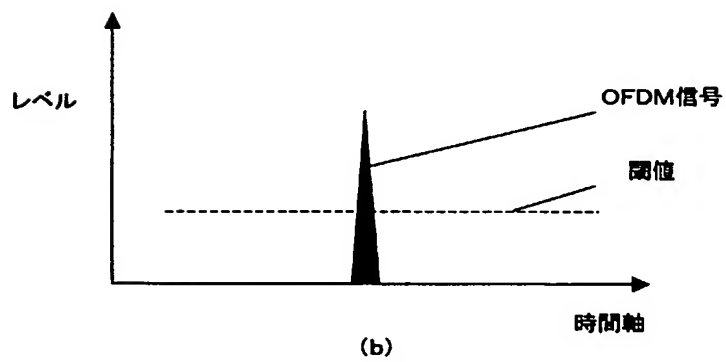
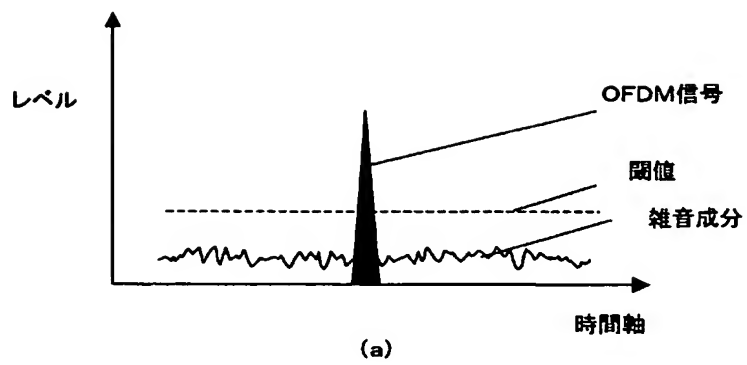
【図 1】



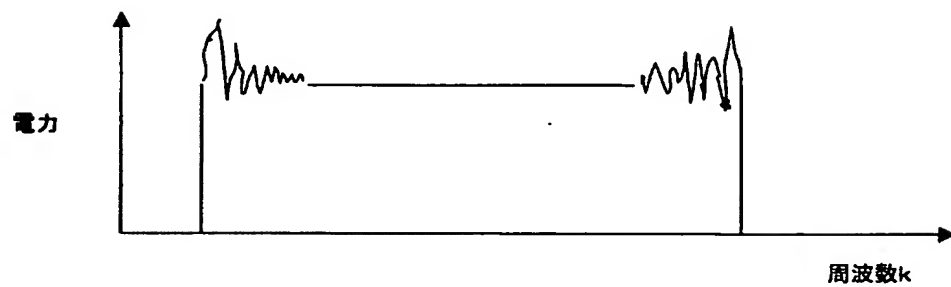


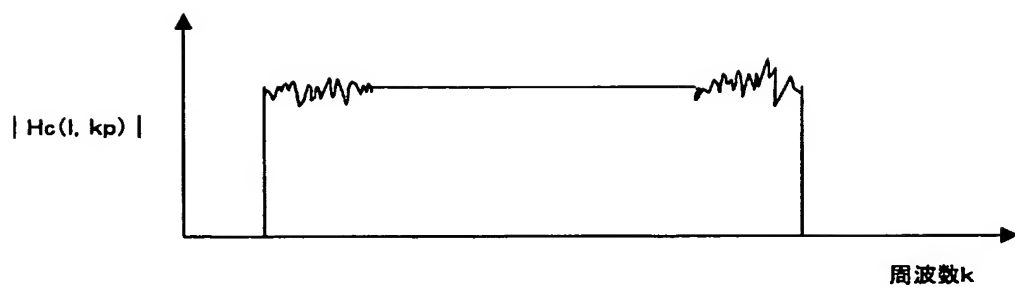
【図 4】



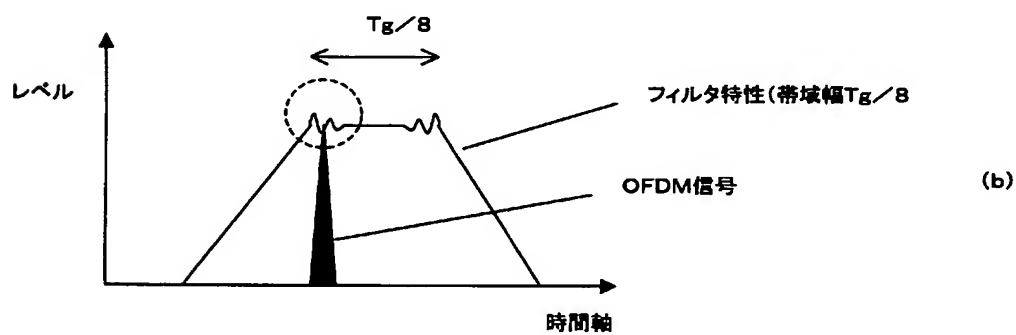
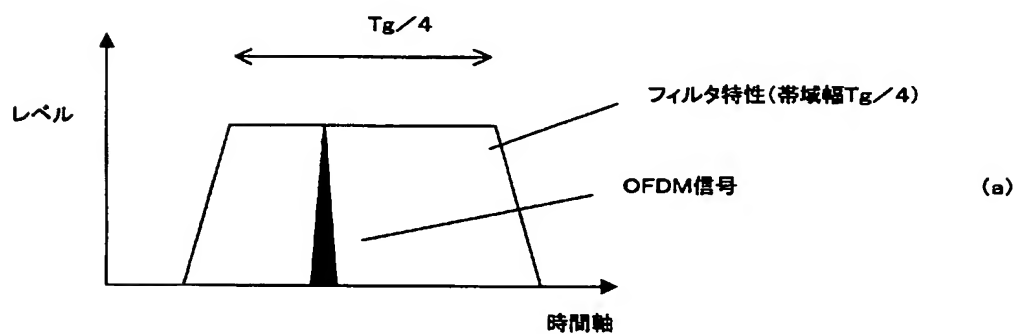


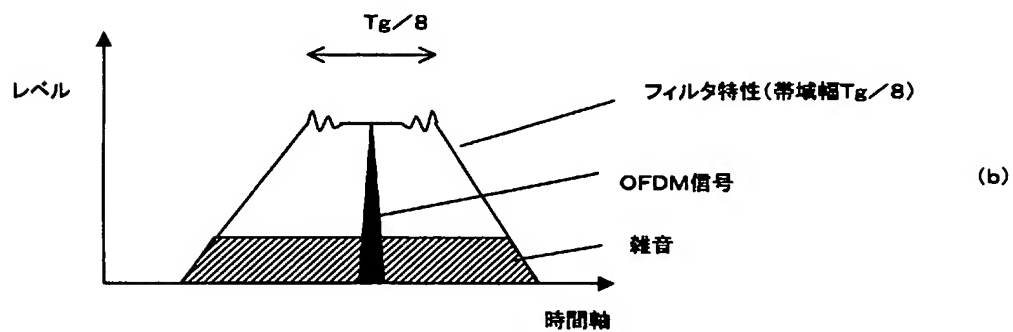
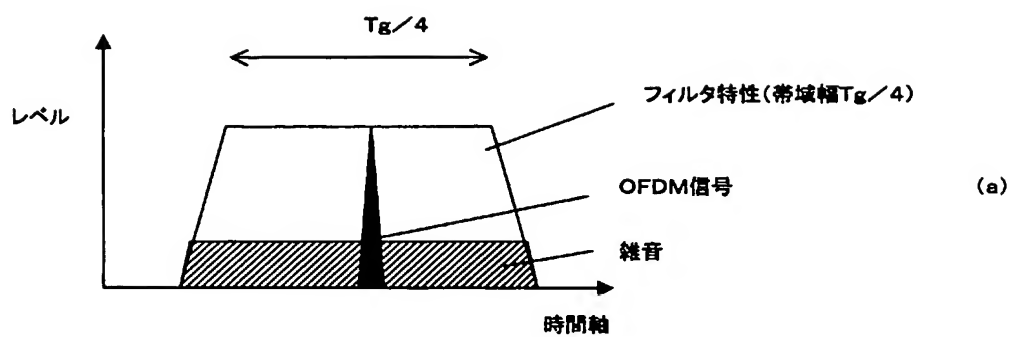
【図 6】





【図 8】





【要約】

【課題】 周波数補間に用いるフィルタの適用条件によっては受信性能が劣化していた。

【解決手段】 パイロット信号の伝送に用いたキャリアに対する伝送路特性を算出する伝送路特性算出手段と、前記パイロットキャリアに対する伝送路特性に重畳する、特定の周波数帯域の雑音の除去を行うことが可能な雑音除去手段と、前記雑音除去手段に出力に対してシンボル方向の補間を行う時間軸補間手段と、前記時間軸補間手段の出力のキャリア方向の帯域制限を行う第1および第2のフィルタと、前記雑音除去手段において雑音の除去を行う前記周波数帯域において、前記第1のフィルタの出力と前記第2のフィルタの出力との間の差異を検出する差異検出手段と、前記差異検出手段の出力に基づいて、前記第1または前記第2のフィルタの出力を選択し、キャリア全体の伝送路特性として出力する選択手段とを有する。

【選択図】 図1

OPY

BEST AVAILABLE COPY

0 0 0 0 0 5 8 2 1

19900828

新規登録

大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地

松下電器産業株式会社

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/008431

International filing date: 09 May 2005 (09.05.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-138195
Filing date: 07 May 2004 (07.05.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 24 June 2005 (24.06.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

BEST AVAILABLE COPY